

7/12/99
Docket No. 614.1963/HJS

jc594 U.S. PTO
09/289580
04/12/99

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Kazuhisa MURATA

Group Art Unit:

Serial No.:

Examiner:

Filed: April 12, 1999

For: OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND OPTICAL TRANSMISSION
DEVICE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR
FOREIGN APPLICATION IN ACCORDANCE WITH
THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application(s):


Japanese Patent Application No. 10-138556
Filed: May 20, 1998

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign
filing date, as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,
STAAS & HALSEY

Date: April 12, 1999

By:


H. J. Staas
Registration No. 22,010

700 Eleventh Street, N.W.
Suite 500
Washington, D.C. 20001
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

0594 U.S. PRO
09/289580
04/12/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 5月20日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第138556号

出 願 人

Applicant (s):

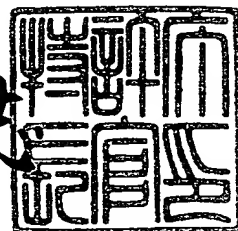
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
ORIGINAL DOCUMENT

1998年 7月31日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



【書類名】 特許願

【整理番号】 9800958

【提出日】 平成10年 5月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/00

【発明の名称】 光伝送システム及び光伝送装置

【請求項の数】 20

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 村田 和久

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100072833

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 柏谷 昭司

【代理人】

 【識別番号】 100075890

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡邊 弘一

【代理人】

 【識別番号】 100105337

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 眞鍋 潔

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012612

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704249

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送システム及び光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光伝送装置間を光伝送路により接続した光伝送システムに於いて、

k 個のチャネルのデータの位相を揃えて k 個のデータとし、該 k 個のデータに対して $(n - k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加する符号化部と、該符号化部からの n 個のデータをそれぞれ異なる波長の光信号に変換して多重化した波長多重信号を光伝送路に送出する波長多重部とを含む送信側の光伝送装置と、

該送信側の光伝送装置からの波長多重信号を波長対応に分離する波長分離部と、該波長分離部により分離された n 個のデータの中の $(n - k)$ 個の前記誤り訂正ビットを用いて誤り訂正した k 個のデータを出力する復号部とを含む受信側の光伝送装置と

を備えたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 2】 光伝送装置間を光伝送路により接続した光伝送システムに於いて、

誤り監視バイトを含むセクションオーバーヘッドをそれぞれ付加した k 個のチャネルのデータを揃えて k 個のデータとし、該 k 個のデータに対してパリティを生成して付加するパリティ生成部と、該パリティ生成部からの $(k + 1)$ 個のデータをそれぞれ異なる波長の光信号に変換して多重化した波長多重信号を光伝送路に送出する波長多重部とを含む送信側の光伝送装置と、

該送信側の光伝送装置からの波長多重信号を波長対応に分離する波長分離部と、該波長分離部により分離された $(k + 1)$ 個のデータについてのパリティチェック結果と、前記セクションオーバーヘッドの誤り監視バイトを用いたパリティチェック結果とを基に誤り訂正を行う誤り訂正部とを含む受信側の光伝送装置とを備えたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 3】 光伝送装置間を光伝送路により接続した光伝送システムに於いて、

直列に伝送する伝送データの k ビット毎に $(n - k)$ 個の誤り訂正ビットを生

成する符号化部と、前記伝送データと前記誤り訂正ビットとを異なる波長に変換して多重化した波長多重信号を光伝送路に送出する波長多重部とを含む送信側の光伝送装置と、

該送信側の光伝送装置からの前記波長多重信号を波長対応に分離する波長分離部と、該波長分離部により分離され前記伝送データに対応する k ビットについて前記誤り訂正ビットに対応する $(n-k)$ ビットを用いて誤り訂正する復号部とを含む受信側の光伝送装置と

を備えたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 4】 光伝送装置間を光伝送路により接続した光伝送システムに於いて、

k 個のチャネルの伝送データについて $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加する符号化部と、該符号化部からの n 個の系列に対してそれぞれフレーム同期を付加すると共に時分割多重する多重・フレーム生成部と、該多重・フレーム生成部からの時分割多重信号を光信号に変換して光伝送路に送出する電光変換部とを含む送信側の光伝送装置と、

該送信側の光伝送装置からの前記時分割多重信号を電気信号に変換する光電変換部と、該光電変換部により変換された信号のフレーム同期をとって、 n 個の系列に分離する分離部と、該分離部により分離された n 個の系列の中の k 個の系列について $(n-k)$ 個の系列を誤り訂正ビットとして誤り訂正復号処理を行う復号部とを含む受信側の光伝送装置と

を備えたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 5】 k 個のチャネルのデータに対して、 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加し、 n 個のデータとして出力する符号化部と、

該符号化部からの n 個のデータの位相を揃える位相調整部と、

該位相調整部により位相を揃えた n 個のデータをそれぞれ異なる波長の光信号に変換する電光変換部と、

該電光変換部により変換されたそれぞれ異なる波長の光信号を多重化して波長多重信号とする波長多重部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 6】 n 波長の光信号を多重化した波長多重信号を波長対応に分離する波長分離部と、

該波長分離部により分離した n 個の波長の光信号を入力して電気信号に変換する光電変換部と、

該光電変換部により変換された n 個のデータに含まれる $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて k 個のデータの誤り訂正復号処理を行う復号部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 7】 k 個のチャンネルのデータにそれぞれ同一位相となるセクションオーバーヘッドを付加するフレーム生成・SOH挿入部と、

該フレーム生成・SOH挿入部によりセクションオーバーヘッドを付加した k 個のデータを入力し、該セクションオーバーヘッドのフレーム同期バイトを除いて $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成し且つ該 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットにそれぞれ前記フレーム同期バイトを付加し、 n 個のデータとして出力する符号化部と、

該符号化部からの n 個のデータをそれぞれ異なる波長の光信号に変換する電光変換部と、

該電光変換部により変換されたそれぞれ異なる波長の光信号を多重化して波長多重信号とする波長多重部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 8】 n 波長の光信号を多重化した波長多重信号を波長対応に分離する波長分離部と、

該波長分離部により分離した n 個の波長の光信号を入力して電気信号に変換する光電変換部と、

該光電変換部により変換された n 個のデータのそれぞれフレーム先頭を検出するフレーム先頭検出部と、

前記光電変換部により変換された前記 n 個のデータを入力し、前記フレーム先頭検出部により検出されたフレーム先頭を一致させて読出すメモリと、

該メモリからフレーム先頭を一致させて読出した n 個のデータに含まれる $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて、 k 個のデータの誤り訂正復号処理を行う復

号部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 9】 k 個のチャネルのデータにそれぞれ誤り監視バイトを含むセクションオーバーヘッドを付加する S O H 挿入部と、

該 S O H 挿入部からの k 個のチャネルのデータを入力してパリティを求めて付加するパリティ生成部と、

該パリティ生成部からの $(k + 1)$ 個のデータの位相を揃える位相調整部と、

該位相調整部により位相を揃えた $(k + 1)$ 個のデータをそれぞれ異なる波長の光信号に変換する電光変換部と、

該電光変換部により変換されたそれぞれ異なる波長の光信号を多重化して波長多重信号とする波長多重部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 10】 $(k + 1)$ 波長の光信号を多重化した波長多重信号を波長対応に分離する波長分離部と、

該波長分離部により分離した $(k + 1)$ 個の波長の光信号を入力して電気信号に変換する光電変換部と、

該光電変換部により変換されて同時に入力されるデータのパリティチェックを行うと共に、 k 個のチャネル対応のデータに付加されているセクションオーバーヘッドの誤り監視バイトを基にチャネル対応のパリティチェックを行い、両方のパリティチェックにより誤りビット位置を求めるパリティ検出部と、

該パリティ検出部による誤り位置信号によって誤り訂正を行う誤り訂正部とを備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 11】 伝送データの k ビット毎に $(n - k)$ 個誤り訂正ビットを生成する符号化部と、

前記 k ビットの伝送データの先頭と前記 $(n - k)$ 個の誤り訂正ビットの先頭との位相を一致させる位相調整部と、

該位相調整部により位相調整された前記伝送データと前記誤り訂正ビットとを異なる波長に変換する電光変換部と、

該電光変換部により変換された異なる波長の光信号を多重化する波長多重部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 12】 波長多重信号を波長対応に分離する波長分離部と、

該波長分離部により分離された波長対応の光信号を電気信号に変換する光電変換部と、

該光電変換部により変換された伝送データ対応の k ビット毎に、 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号処理を行う復号部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 13】 k 個のチャネルの伝送データについて $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加して n 個の系列として出力する符号化部と、

該符号化部からの前記 n 個の系列に対してそれぞれフレーム同期を付加すると共に時分割多重する多重・フレーム生成部と、

該多重・フレーム生成部からの時分割多重信号を光信号に変換して光伝送路に送出する電光変換部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 14】 時分割多重光信号を電気信号に変換する光電変換部と、

該光電変換部により変換された時分割多重信号のフレーム同期をとって n 個の系列に分離する分離部と、

該分離部により分離された n 個の系列の中の伝送データ対応の k ビット毎に、 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号処理を行う復号部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 15】 k 個のチャネルの伝送データの中の m 個の伝送データについて $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加する符号化部と、

該符号化部に於いて誤り訂正符号化処理を行わない $(k-m)$ 個のチャネルのデータを除く m 個のチャネルのデータ及び前記 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットについて識別信号を挿入する信号別信号挿入部と、

前記 k 個のチャネルの伝送データと前記符号化部により生成した $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとを時分割多重化する多重部と、

該多重部による時分割多重化信号を光信号に変換する電光変換部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 16】 k 個のチャネルの伝送データと $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとを時分割多重化した時分割多重光信号を電気信号に変換する光電変換部と、該光電変換部により変換された時分割多重信号を n 個の系列に分離する分離部と、

該分離部により分離された n 個の系列に付加された識別信号を検出する識別信号検出部と、

該識別信号検出部により検出した識別番号が付加された m 個のチャネルの伝送データと $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとの系列を入力し、前記 m 個のチャネルの伝送データを、前記 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号処理を行う復号部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 17】 k 個のチャネルの伝送データの中の m 個の伝送データと、 $(k-m)$ 個の固定データとを入力して $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを出力する符号化部と、

該符号化部からの前記 m 個の伝送データと前記 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとの系列に対して識別信号を付加する識別信号挿入部と、

該識別信号挿入部により識別信号を付加した前記 m 個の伝送データと前記 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとの系列と、前記 k 個のチャネルの伝送データの中の $(k-m)$ 個のチャネルの伝送データの系列とを時分割多重化する多重部と、

該多重部による時分割多重化信号を光信号に変換する電光変換部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 18】 k 個のチャネルの伝送データと $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとを時分割多重化した時分割多重光信号を電気信号に変換する光電変換部と、該光電変換部により変換された時分割多重信号を n 個の系列に分離する分離部と、

該分離部により分離された n 個の系列に付加された識別信号を検出する識別信号検出部と、

該識別信号検出部により検出した識別信号が付加された m 個の伝送データと $(k-m)$ 個の固定データと $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとの系列を入力し、前

記 m 個の伝送データを、前記 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号処理を行う復号部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 19】 k 個のチャネルのデータにそれぞれ同一位相のセクションオーバーヘッド及びフレーム番号を付加するフレーム生成・SOH挿入部と、

該フレーム生成・SOH挿入部によりセクションオーバーヘッドを付加した k 個のデータを入力し、該セクションオーバーヘッドのフレーム同期バイトを除いて $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成し且つ該 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットにそれぞれ前記フレーム同期バイトを付加し、 n 個のデータとして出力する符号化部と、

該符号化部からの n 個のデータをそれぞれ光信号に変換する n 個の電光変換部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 20】 n 個の光信号をそれぞれ電気信号に変換する n 個の光電変換部と、

該光電変換部により変換された n 個のデータのそれぞれ同一フレーム番号のフレーム先頭を検出するフレーム番号・先頭検出部と、

前記光電変換部により変換された前記 n 個のデータを入力し、前記フレーム番号・先頭検出部により検出されたフレーム先頭を一致させて読出すメモリと、

該メモリからフレーム先頭を一致させて読出した n 個のデータに含まれる $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて、 k 個のデータの誤り訂正復号処理を行う復号部と

セクションオーバーヘッドの終端処理を行う SOH 終端部と

を備えたことを特徴とする光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、長距離大容量伝送に適用できる光伝送システム及び光伝送装置に関する。

マルチメディア等に対応できる大容量伝送システムとして、光信号を用いた伝送システムが開発されている。又光伝送路の有効利用を図る時分割多重伝送システムや波長多重伝送システムも知られている。このような大容量伝送システムに於ける信頼性の向上を図ることが要望されている。

【0002】

【従来の技術】

図13は従来例の波長多重伝送システムの説明図であり、同期デジタルハイアラキー(SDH; Synchronous Digital Hierarchy)を適用した送信側の光伝送装置201と光伝送路203と受信側の光伝送装置202との概要を示し、送信側の光伝送装置201は、k個のチャネル対応のSOH(Section Over Head)挿入部204と、電光変換部(OS)205と、波長多重部206とを有し、又受信側の光伝送装置202は、波長分離部207と、光電変換部(OR)208と、SOH終端部209とを有するものである。

【0003】

送信側の光伝送装置201は、k個のチャネルCH1~CHk対応のデータに、それぞれSOH挿入部204に於いてセクションオーバーヘッドSOHを付加し、電光変換部205によりチャネルCH1~CHk対応の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に変換し、波長多重部206により多重化し、波長多重信号を光伝送路203に送出する。

【0004】

受信側の光伝送装置202は、光伝送路203を介して受信した波長多重信号を、波長分離部207により波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ 対応に分離し、光電変換部208により電気信号に変換し、SOH終端部209によりセクションオーバーヘッドの終端を行って、チャネルCH1~CHk対応のデータとして後段の図示を省略した装置へ送出する。従って、k個のチャネルCH1~CHkのデータを1本の光伝送路203を介して伝送することができる。

【0005】

又データの伝送誤りを訂正して伝送品質を向上する為に、既に各種の誤り訂正方式が提案されている。例えば、1フレームのデータ或いは所定長のデータにつ

いて誤り訂正ビットを生成して付加し、受信側に於いて誤り訂正処理を行うフォワード・エラー訂正方式（FEC；Forward Error Correction）が知られている。又伝送誤りの有無をチェックする為に、パリティビットを付加する場合が一般的であり、前述のセクションオーバーヘッドSOHにも、誤り監視バイトB1，B2が付加されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

前述の従来例に於ける誤り訂正方式は、1フレーム毎或いは1ブロック毎に誤り訂正ビットを生成して付加するものであるから、誤り訂正ビットを付加しない場合に比較して、伝送速度を高くするか、或いは、伝送速度が予め定められている場合は、誤り訂正ビットを付加した分だけ、伝送可能データを少なくしなければならない。又パリティビットを付加した場合は、誤りの有無をチェックすることができるが、誤りビットの訂正ができないものである。

【0007】

この誤りビットの誤り訂正能力を高くする為には、誤り訂正ビットを構成するビット数を増加することが必要である。その場合、伝送するデータに対して付加する冗長ビット数が多くなるから、伝送速度が著しく高くなって実用的でない場合が生じる。又セクションオーバーヘッドの未使用バイトを利用して誤り訂正ビットを挿入することが考えられるが、その場合、セクションオーバーヘッドの特定位置に大量の冗長ビットを挿入することになり、送信側の光伝送装置201及び受信側の光伝送装置202に於ける回路規模の増大の問題がある。又セクションオーバーヘッドの未使用バイトは、将来的に各種の用途に利用できるようにしているものであり、従って、未使用バイトの利用目的が規定されると、誤り訂正ビットを挿入することができなくなる。

本発明は、比較的簡単な構成により、大容量伝送且つ高品質伝送を可能とすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の光伝送システム及び光伝送装置は、k個のチャネルCH1～CHkの

データの位相を揃えて k 個のデータとし、この k 個のデータに対して $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加して n 個のデータとし、この n 個のデータをそれぞれ異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に電光変換部 7 により変換し、波長多重部 8 により多重化して光伝送路 3 に送出する。又この光伝送路 3 を介して波長多重信号を受信して波長分離部 11 により波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に分離し、光电変換部 12 により電気信号に変換し、 n 個のデータの中の $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて k 個のデータの誤り訂正を復号部 13 に於いて行うものである。

【0009】

即ち、 k 個の時間的には並列の伝送データに対して $(n-k)$ 個の並列の誤り訂正ビットが付加され、それぞれ異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号により波長多重化されて伝送されるから、伝送速度を高くすることなく、受信側に於ける誤り訂正が可能となり、高品質伝送が可能となる。又誤り訂正ビットの生成は、同一タイミングに於ける k 個のデータに対して行うものであるから、受信側に於いても同一タイミングのデータを用いて誤り訂正復号処理が必要となり、その為、誤り訂正ビットを含む n 個のデータの系列にそれぞれフレーム同期バイトを付加することができる。

【0010】

又誤り監視バイト B_1, B_2 を含むセクションオーバーヘッド SOH をそれぞれ付加した k 個のチャネル $CH_1 \sim CH_k$ のデータを揃えて k 個のデータとし、この k 個のデータに対してパリティ生成部によりパリティビットを生成して付加し、 $(k+1)$ 個のデータ系列として、それぞれ異なる波長の光信号に変換し、波長多重化して光伝送路に送出する。受信側に於いては、波長対応に分離し、電気信号に変換してパリティ検出部により $(k+1)$ 個のデータ系列についてパリティチェックを行い、且つセクションオーバーヘッドの誤り監視バイトを用いてチャネル $CH_1 \sim CH_k$ 対応のパリティチェックを行い、それぞれのパリティチェックの結果により、誤りビット位置を特定して、その誤りビットを訂正する構成とする。従って、垂直パリティに相当するパリティビットを余分に付加するだけで、誤り訂正が可能となる。

【0011】

又時分割多重化された伝送データのように、直列に伝送する伝送データについて、その k ビット毎に $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加し、 k ビットの伝送データと $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとを異なる波長の光信号に変換して多重化し、この波長多重信号を光伝送路により伝送する。又この波長多重信号を受信して波長対応に分離し、伝送データに対応する k ビットについて $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号処理を行う。即ち、 k ビットの直列データに対して $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを異なる波長に変換して並列伝送することになる。

【0012】

又 k 個のチャンネルの伝送データの場合、同一タイミングに於ける k 個のデータに対して $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成し、合計 n 個の系列として時分割多重化し、光信号に変換して光伝送路に送出する。受信側では、電気信号に変換して n 個の系列に分離し、 k 個のデータを $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号を行う。この場合、時分割多重伝送可能のチャンネルの中に、複数の未使用チャンネルが存在した時、その未使用チャンネル分を誤り訂正ビットに振り向けることができる。又使用中のチャンネル数に対して誤り訂正ビットのビット数が、未使用中のチャンネル数より多くなるような場合、使用中のチャンネルの重要なチャンネルについてのみ誤り訂正符号化することにより、誤り訂正符号の誤り訂正ビット数を、未使用中のチャンネル数となるようにし、重要なチャンネルのデータについては、誤り訂正符号化により伝送することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の第1の実施の形態の説明図であり、1は送信側の光伝送装置、2は受信側の光伝送装置であり、以下の各実施の形態に於いて、送信側の光伝送装置を送信端局装置、受信側の光伝送装置を受信端局装置として説明する。又3は光伝送路、4はSOH挿入部、5は符号化部、6は位相調整部、7は電光変換部(OS)、8は波長多重部、11は波長分離部、12は光電変換部(OR)、13は復号部、14はSOH終端部である。この実施の形態は、SDHを適用し且つ波長多重化して伝送する場合を示す。

【0014】

送信端局装置 1 は、 k 個のチャネル $CH1 \sim CHk$ のデータに対してそれぞれ SOH 挿入部 4 に於いてセクションオーバーヘッドを付加し、符号化部 5 に於いて誤り訂正符号化を行う。この符号化部 5 は、例えば、 (n, k) ハミング符号化を行う構成とすることができる。その場合、符号化部 5 に入力されるチャネル $CH1 \sim CHk$ 対応のデータの同一タイミングに於ける k 個のビットに対して、 $(n - k)$ 個の誤り訂正ビットが生成される。

【0015】

この $(n - K)$ 個の誤り訂正符号ビットとチャネル $CH1 \sim CHk$ 対応の k 個のビットとの合計 n ビットを位相調整部 6 に入力する。位相調整部 6 は、誤り訂正符号化処理による遅延を補償して n 個のビットの位相を一致させるもので、遅延時間を調整できる遅延回路等を適用することができる。このように位相を一致させて電光変換部 7 に入力し、それぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に変換して、波長多重部 8 に入力し、波長多重化した波長多重信号を光伝送路 3 に送出する。

【0016】

この波長多重部 8 は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号を多重化する合波器によって構成することができる。又誤り訂正ビットは、チャネル $CH1 \sim CHk$ 対応のデータとは別個の波長により伝送するものであるから、主信号としてのチャネル $CH1 \sim CHk$ 対応のデータの伝送速度に影響を及ぼすことはなく、各セクションオーバーヘッドの未使用バイトを利用するものでもないから、既設の波長多重伝送システムに対しても、誤り訂正符号化の構成を付加することができる。

【0017】

受信端局装置 2 は、光伝送路 3 を介して伝送された波長多重信号を波長分離部 11 に於いて波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に分離し、それぞれ光電変換部 12 により電気信号に変換し、復号部 13 に入力する。復号部 13 は、チャネル $CH1 \sim CHk$ 対応の k 個のビットと、 $(n - k)$ 個の誤り訂正ビットとを用いて誤り訂正復号処理を行い、SOH 終端部 14 によりセクションオーバーヘッド SOH の終端を行い、チャネル $CH1 \sim CHk$ 対応のデータとして図示を省略した後段の装置へ送出する。

【0018】

この実施の形態に於いて、各チャネルCH1～CHkの伝送データは、フレーム伝送形式やATMセル形式等の各種の伝送形式とすることも可能である。又位相調整部6を設けたことにより、SOH挿入部4は、チャネルCH1～CHk対応にセクションオーバーヘッドSOHを付加すれば済むことになる。

【0019】

図2は符号化部の説明図であり、 (n, k) ハミング符号の $n=7$, $k=4$ とした $(7, 4)$ ハミング符号の符号化部5の場合を示し、15-1～15-3は排他的オア回路であり、D1～D4は4個のチャネルCH1～CH4対応のデータ、D4～D7は生成された誤り訂正ビットである。即ち、チャネルCH1～CH4対応のデータD1～D4に対して3ビットの誤り訂正ビットD5～D7が生成される。又この符号化部の生成行列 (Generator Matrix) Gは、図示のようになり、符号間最小距離3で、1ビット誤り訂正が可能である。

【0020】

図3は復号部の説明図であり、図2に示す符号化部に対応した $(7, 4)$ ハミング符号の復号部13の場合を示し、16-1～16-3, 19-1～19-4は排他的オア回路、17-1～17-3はインバータ、18-1～18-4はアンド回路である。又この復号部の検査行列 (Check Matrix) Hは、図示のようになる。

【0021】

例えば、送信端局装置1の図2に示す符号化部5に於いて、チャネルCH1～CH4対応のデータD1～D4が総て“1”であるとする、 $(7, 4)$ ハミング符号化を行った時、排他的オア回路15-1～15-3は、モジュロ2の加算回路と同様であるから、誤り訂正ビットD5～D7は総て“1”となる。従って、D1～D7は“1111111”となる。

【0022】

受信端局装置2の図3に示す構成の復号部13に於いては、伝送誤りがなければ、排他的オア回路16-1～16-3の出力信号は総て“0”となる。従って、アンド回路18-1～18-4の出力信号は総て“0”となり、排他的オア回

路 19-1~19-4 はスルー状態と同様となって、入力されたチャネル CH1~CH4 対応のデータ D1~D4 はそのまま出力される。

【0023】

又 1 ビットの誤りにより、例えば、チャネル CH2 対応のデータ $D_2 = "1"$ が $D_2 = "0"$ に誤った場合、排他的オア回路 16-1~16-3 の出力信号は総て "1" となり、3 個のアンド回路 18-1, 18-3, 18-4 の出力信号は "0" であるが、1 個のアンド回路 18-2 の出力信号が "1" となる。従って、このアンド回路 18-2 の出力信号が入力される排他的オア回路 19-2 により、チャネル CH2 対応のデータ D_2 は反転されて、誤りの "0" から正しい "1" に訂正される。

【0024】

図 4 は本発明の第 2 の実施の形態の説明図であり、21 は送信端局装置、22 は受信端局装置、23 は光伝送路、24 は SOH 挿入部、25 はパリティ生成部、26 は位相調整部、27 は電光変換部 (OS)、28 は波長多重部、31 は波長分離部、32 は光电変換部 (OR)、33 はパリティ検出部、34 は SOH 終端部、35 は誤り訂正部である。

【0025】

送信端局装置 21 の SOH 挿入部 24 に於いて、 k 個のチャネル CH1~CH k のデータに対してセクションオーバーヘッドを付加し、パリティ生成部 25 に入力する。このパリティ生成部 25 は、入力された k 個のデータのパリティビットを生成して付加するもので、 $(k+1)$ 個のデータとして位相調整部 26 に入力する。位相調整部 26 は、パリティ生成部 25 に於ける遅延の補償を行い、同一位相として電光変換部 27 に入力する。この $(k+1)$ 個の電光変換部 27 によりそれぞれ異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{k+1}$ の光信号に変換して波長多重部 28 に入力し、多重化した波長多重信号を光伝送路 23 に送出する。この場合のパリティは、 k 個のチャネル CH1~CH k 対応のデータに対する垂直パリティに相当することになる。

【0026】

受信端局装置 22 の波長分離部 31 は、光伝送路 23 を介して伝送された波長

多重信号を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{k+1}$ 対応に分離し、光電変換部 32 により電気信号に変換し、パリティ検出部 33 に入力する。このパリティ検出部 33 は、パリティ生成部 25 に於いて生成して付加したパリティビットを用いて、k 個のチャネル CH1~CHk 対応のデータのパリティチェックを行い、且つセクションオーバーヘッド SOH の誤り監視バイト B1, B2 を用いて k 個のチャネル CH1~CHk 対応の 1 フレームについてのパリティチェックを行い、それぞれのパリティチェックの結果により、誤り位置位置を特定した誤り位置信号を誤り訂正部 35 に入力する。

【0027】

又パリティ検出部 33 からの k 個のチャネル CH1~CHk 対応のデータは、SOH 終端部 34 に於いてセクションオーバーヘッドの終端を行い、誤り訂正部 35 を介して、チャネル CH1~CHk 対応のデータが後段の図示を省略した装置へ送出される。

【0028】

図 5 は STM-1 フレームの説明図であり、前述の SDH に於ける STM-1 (Synchronous Transfer Module Level One) は、155.52Mbps のビットレートであり、51.84Mbps の STM-0 を 3 多重した場合に相当する。この STM-1 を例えば 4 多重した STM-4 は、622.08Mbps のビットレートとなる。又 STM-1 のセクションオーバーヘッド SOH は、図示のように、9 列×9 行の構成であり、又ペイロードは 261 列×9 行の構成となる。

【0029】

このセクションオーバーヘッド SOH の A1, A2 はフレーム同期バイト、C1 は STM 識別番号バイト、B1 は BIP-8 (Bit Interleaved Parity 8) と称される誤り監視バイト、E1 は音声打合せバイト、F1 は故障特定等のバイト、D1~D3 はデータ通信チャネル (DCC; Data Communication Channel) のデータリンクバイト、H1~H3 は AU ポインタバイト、B2 は BIP-N×24 (Bit Interleaved Parity N×24) と称される誤り監視バイト、K1, K2 は自動切替 (APS; Automatic Protection Switch) 用

制御バイト、D4～D12はデータ通信チャネルのデータリンクバイト、Z1、Z2は予備バイト、E2は音声打合せバイトを示し、空白及び×印のバイトは予約又は未定義のものである。

【0030】

誤り監視バイトB1は、前フレームに於ける各バイトのビット配列順毎のパリティを求めて付加したものであり、従って、図4の受信端局装置22のパリティ検出部33に於いて、フレーム内の各バイトのビット配列順毎のパリティを求めて、次のフレームのセクションオーバーヘッドSOHのB1バイトを参照することにより、ビット配列順対応のパリティチェックを行うことができる。

【0031】

又誤り監視バイトB2は、前フレームに於ける $N \times 24$ （NはSTM-NのNを示し、STM-1の場合は $N=1$ となる）ビットを1ブロックとして、各ブロックのビット配列順毎にパリティを求めて付加するものであり、図示のSTM-1の場合、24ビットについての配列順に従ったパリティを求めるから、3バイト構成となる。このような誤り監視バイトB1、B2の生成及び付加の構成と、受信側のチェックの構成とは既に知られている各種の構成を適用することができる。

【0032】

従って、受信端局装置22のパリティ検出部33は、前述の誤り監視バイトB1又はB2或いは両方を用いて、受信フレーム内のビット配列順対応のパリティチェック、即ち、水平パリティチェックを行い、且つ同時に入力されるチャネルCH1～CHk対応のk個のデータとk+1番目のパリティビットとを用いてパリティチェック、即ち、垂直パリティチェックを行うものである。

【0033】

このパリティ検出部33に於いてパリティエラーを検出すると、その検出タイミングに於けるチャネルCH1～CHkの何れかの受信フレームの1ビットに誤りがあることが判る。又誤り監視バイトB1、B2を参照したパリティチェックに於いてパリティエラーを検出すると、パリティエラーのチャネルとビット配列順位置が判る。従って、このパリティエラーのチャネルと受信ビットのタイミン

グとを基に、誤りビット位置を特定することができる。

【0034】

例えば、ペイロード中に示すビット1～8の配列順が時刻 t_1 , t_2 , t_3 ,
 …に従って繰り返されることになり、誤り監視ビットB1を用いたパリティ
 チェックにより、例えば、ビット1～8の配列順の中のビット3の位置にパリティ
 エラーを検出し、且つ時刻 t_1 に於けるパリティ検出部33へ同時に入力さ
 れる $(k+1)$ ビットを用いてパリティチェックを行った時に、パリティエラー
 を検出すると、斜線で示すビットが伝送誤りを生じたことが判る。従って、この
 誤りビット位置を示す誤り位置信号を誤り訂正部35に入力することにより、伝
 送誤りビットを訂正することができる。即ち、前述のように、水平パリティチェ
 ックと垂直パリティチェックとを行って、誤り位置を特定することができるから
 、SOH終端部34又は誤り訂正部35に於いて誤り位置が確定するまで、チャ
 ネルCH1～CH k 対応のデータを保持しておくことにより、容易に誤りビット
 を訂正することができる。

【0035】

前述の第1の実施の形態は、誤り訂正符号化を行うことにより、例えば、(7
 , 4)ハミング符号の場合、3ビット分を冗長ビットとして付加する必要がある
 が、図4に示す第2の実施の形態は、パリティビットとしての1ビット分を付加
 するだけで済むことになる。従って、誤り訂正符号化及び復号化の構成に比較し
 て、パリティ生成及びパリティチェックの構成は簡単であり、送信端局装置21
 及び受信端局装置22の構成を複雑化することなく、高品質伝送を可能とするこ
 とができる。又パリティ生成部25に於いて生成したパリティビットについても
 異なる波長に変換して伝送するから、主信号としてのチャンネルCH1～CH k の
 データ速度に影響を与えないことになる。

【0036】

又誤り監視バイトB1, B2とは別に、更に、1フレームを複数のブロックに
 分割し、ブロック対応にパリティを求めて、セクションオーバーヘッドSOHの
 未使用バイトを利用して伝送し、受信側に於いて、このセクションオーバーヘッ
 ドSOHに付加したブロック対応のパリティビットを用いてパリティチェックを

行うことができる。即ち、ブロック数に対応した僅かなビット数のパリティビットを未使用バイトを利用して付加し、1フレーム中の誤り訂正可能となるビット数を増加することができる。

【0037】

図6は本発明の第3の実施の形態の説明図であり、41は送信端局装置、42は受信端局装置、43は光伝送路、44はフレーム生成・SOH挿入部、45は符号化部、46は電光変換部(OS)、47は波長多重部、51は波長分離部、52は光電変換部(OR)、53はメモリ、54は復号部、55はSOH終端部、56はフレーム先頭検出部である。

【0038】

送信端局装置41は、チャンネルCH1～CHk対応にフレーム生成・SOH挿入部44に於いてフレーム先頭が一致するようにフレームを生成し、且つフレーム番号をセクションオーバーヘッドSOHの空きバイトに挿入して符号化部45に入力する。符号化部45は、例えば、(n, k) ハミング符号等の誤り訂正符号化を行うものであるが、フレーム生成・SOH挿入部44に於いて付加したセクションオーバーヘッドSOHのフレーム同期バイトについては誤り訂正符号化を行わずに、(n-k) 個の誤り訂正ビットの系列に対してもフレーム同期バイトを付加する。

【0039】

即ち、フレーム生成・SOH挿入部44に於いてn個のチャンネル対応にフレーム同期バイトを付加し、このフレーム生成・SOH挿入部44からの制御情報に従って符号化部45は、フレーム同期バイトを除いて、k個のチャンネルCH1～CHkのk個のデータに(n-k) 個の誤り訂正ビットを生成して付加し、合計n個のデータとする。この誤り訂正符号ビット系列に対してもフレーム同期バイトを付加する。従って、n個の系列にそれぞれフレーム同期バイトが付加されたものとなる。

【0040】

符号化部45からのn個の系列のデータを電光変換部46によりそれぞれ異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換して波長多重部47に入力する。この波長多重

部 4 7 により多重化された波長多重信号を、光伝送路 4 3 を介して受信端局装置 4 2 に送出する。

【0041】

受信端局装置 4 2 に於いては、波長分離部 5 1 によりそれぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に分離し、光電変換部 5 2 により電気信号に変換し、メモリ 5 3 に加えると共にフレーム先頭検出部 5 6 に加える。フレーム先頭検出部 5 6 は、フレーム同期バイトの検出により n 個の系列のフレーム先頭を検出し、メモリ 5 3 からフレーム先頭が一致するように読出タイミングを制御して n 個の系列の位相を一致させて読出し、読出したデータを復号部 5 4 に入力する。

【0042】

この場合、同一の光伝送路 4 3 を介して伝送された波長多重信号であっても、長距離伝送に於いては、光ファイバの波長による伝送速度の相違により、受信側に於ける波長対応の光信号が同一タイミングではなくなる。このような場合でも、一旦メモリ 5 3 に書込んだ後、フレーム先頭が一致するように読出タイミングを制御することにより、位相を一致させることができる。なお、メモリ 5 3 は読出タイミングを制御できる F I F O 形式の構成とすることができる。

【0043】

復号部 5 4 は、送信側の符号化部 4 5 の誤り訂正符号化に対応して、誤り訂正復号化処理を行う構成を有するものであり、誤り訂正されたチャネル $CH1 \sim CHk$ 対応のデータを S O H 終端部 5 5 に入力し、セクションオーバーヘッド S O H の終端処理を行って後段の装置へ送出する。

【0044】

又送信端局装置 4 1 のフレーム生成・S O H 挿入部 4 4 のフレーム生成の機能を、符号化部 4 5 の後段に設けることも可能である。その場合も、受信端局装置 4 2 に於いてフレーム先頭位置を検出し、フレーム先頭を一致させて誤り訂正復号化処理を行うことができる。

【0045】

光伝送路 4 3 は、前述のように、波長に従って光信号の伝搬速度が相違するものであり、例えば、10 G b p s 等の高速の長距離伝送に於いては、波長分離部

51により波長対応に分離した時に位相が揃わなくなる。そこで、送信側に於いてフレーム同期をとって付加したフレーム同期バイトを基に、フレーム先頭を検出し、メモリ53を用いて位相を一致させることにより、高速伝送データに対しても、復号部54に於いて確実に誤り訂正復号処理を行うことができる。

【0046】

図7は本発明の第4の実施の形態の説明図であり、送信端局装置61と受信端局装置62との間に、中継光伝送装置63、64を配置して、光伝送路65、66、67により接続した光伝送システムに於いて、中継光伝送装置63、64間に於ける波長多重信号の高品質伝送を行う場合を示す。又71は波長分離部、72は符号化部、73は波長変換部(OS)、74は位相調整部、75は波長多重部、76は波長分離部、77は復号部、78は波長多重部である。

【0047】

中継光伝送装置63は、例えば、図1の送信端局装置1の機能に相当する誤り訂正符号化と波長多重化との機能を有し、又中継光伝送装置64は、図1の受信端局装置2の機能に相当する波長分離と誤り訂正復号との機能を有するものである。又波長分離部71により分離された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ の光信号は、符号化部72に於いて誤り訂正符号化される。

【0048】

この符号化部72は、光論理回路によって構成し、光信号のまま誤り訂正符号化を行う構成とすることも可能である。この場合、例えば、 (n, k) ハミング符号を適用すると、生成された $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットについては、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ と異なる波長 $\lambda_{k+1} \sim \lambda_n$ に波長変換部73により変換し、チャネル対応の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ の光信号と共に位相調整部74に入力する。

【0049】

この場合の位相調整部74は、光遅延回路等により構成し、符号化部72による処理遅延を補償して、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号の位相を一致させて波長多重部75に入力する。そして、この波長多重部75により多重化した波長多重信号を光伝送路66に送出する。

【0050】

又波長分離部 71 により分離した波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ の光信号を一旦電気信号に変換し、図 1 に示す場合と同様に誤り訂正符号化を行った後、生成された誤り訂正ビットを含めて波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換することも可能である。この場合、波長変換部 73 を省略し、位相調整部 74 の後段に電光変換部を配置して、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換し、波長多重部 75 に入力することになる。

【0051】

又中継光伝送装置 64 の復号部 77 も、光論理回路によって構成し、波長分離部 76 により分離された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号を復号部 77 に入力して、誤り訂正復号化処理を行い、チャネル対応の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ の光信号を波長多重部 78 に入力して多重化し、波長多重信号を光伝送路 67 を介して受信端局装置 62 へ送出することもできる。即ち、光信号のまま処理して中継送出することができる。又光ファイバ増幅器等を設けて、波長多重信号の増幅中継を行うこともできる。

【0052】

又波長分離部 76 により分離された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号をそれぞれ電気信号に変換し、図 1 に示す構成と同様に、電気信号により誤り訂正復号化処理を行い、チャネル対応の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ の光信号に変換し、波長多重部 78 により多重化し、波長多重信号を受信端局装置 62 へ光伝送路 67 を介して送出する構成とすることもできる。

【0053】

又送信端局装置 61 と中継光伝送装置 63 との間、及び中継光伝送装置 64 と受信端局装置 62 との間についても、同様に、誤り訂正ビットを生成、付加した波長多重信号を伝送することも可能である。その場合、中継光伝送装置 63、64 は、復号部と符号化部とをそれぞれ設けた構成とし、復号部により誤り検出がない場合、そのまま波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号を多重化して送出する構成とし、誤り検出があった場合、誤り訂正した後、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号を多重化して送出することになる。

【0054】

図 8 は本発明の第 5 の実施の形態の説明図であり、TDM (Time Division

Multiplex) 光伝送システムに適用した場合を示す。同図に於いて、81は送信端局装置、82は受信端局装置、83は光伝送路、84は符号化部、85は位相調整部、86、87は電光変換部(OS1, OS2)、88は波長多重部、91は波長分離部、92、93は光電変換部(OR1, OR2)、94は復号部である。

【0055】

符号化部84は、例えば、時分割多重を行うタイムスロットのビット数を k 個とした時に、 (n, k) ハミング符号を適用し、 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成する構成とすることができる。或いは、タイムスロットやフレーム等毎ではなく、直列のデータに対して、任意数の k ビット毎に分割し、例えば、前述の (n, k) ハミング符号化を行うこともできる。

【0056】

符号化部84による例えば $(n-k)$ 個の誤り訂正符号ビットと、主信号としての k ビットとの先頭位置を一致させるように、位相調整部85により位相調整し、電光変換部86により主信号としての k ビットを波長 λ_1 に変換し、電光変換部87により誤り訂正用の $(n-k)$ ビットを波長 λ_2 に変換して、波長多重部88により波長多重し、この波長多重信号を光伝送路83を介して受信端局装置82へ送出する。従って、主信号としての k ビットの伝送速度に影響を与えることなく、 $(n-k)$ ビットの冗長ビットを伝送することができる。

【0057】

符号化部84を、例えば、図2に示す $(7, 4)$ ハミング符号の符号化部とした場合、直列に入力されるD1~D4をシフトレジスタに入力して、4ビットのD1~D4が揃った時の並列出力のD1~D4を用いて、D5~D7の冗長ビットを生成し、D1~D4をシフトレジスタ等により直列に変換して電光変換部86に入力し、D5~D7をシフトレジスタ等により直列に変換して電光変換部87に入力する構成とすることができる。その場合、直列に変換して送出するタイミングを制御することにより、位相調整部85の機能を同時に実現することも可能となる。

【0058】

又図示の位相調整部 85 は、符号化部 84 から出力される k 個のビットからなるデータと、 $(n-k)$ 個の冗長ビットとの処理時間差に対応して、電光変換部 86 の前段に設けることもできる。又符号化するデータのビット数 k と、生成された冗長ビットのビット数 $(n-k)$ とは、通常、 $k > (n-k)$ の関係となるが、それらを整数比の関係となるように選定すると、クロック信号の分周等について好都合となる。

【0059】

受信端局装置 82 に於いては、波長分離部 91 により波長 λ_1 , λ_2 に分離し、光電変換部 92, 93 によりそれぞれ電気信号に変換し、 k 個のビットからなるデータと、 $(n-k)$ 個の冗長ビットとを復号部 94 に入力し、誤り訂正復号化を行う。従って、前述のように、伝送誤りが発生しても、自動的に誤り訂正を行うことができる。この誤り訂正を行う復号部 94 は、前述のように、 $(7, 3)$ ハミング符号を用いた場合、図 3 に示す構成を適用し、直列に入力される $D1 \sim D7$ を並列に変換して入力し、誤り訂正した $D1 \sim D4$ を直列に変換して出力することができる。

【0060】

又主信号としてのデータの伝送速度は、誤り訂正ビットを付加しない場合と同一とすることができる。従って、既設の光伝送システムに対しても、送信端局装置に符号化部 84 と波長多重化手段とを設け、受信端局装置に波長分離手段と誤り訂正復号を行う復号部 94 とを設けることにより、高品質伝送を可能とすることができる。又主信号としては、TDM 信号以外の、例えば、前述の 1 チャンネルについての STM-N の信号とし、誤り訂正ビットを異なる波長により波長多重化して送信することもできる。このような伝送システムとした場合、STM-N のセクションオーバーヘッドの空きバイト等を使用することなく、誤り訂正符号化により高品質伝送を可能とすることができる。

【0061】

図 9 は本発明の第 6 の実施の形態の説明図であり、101 は送信端局装置、102 は受信端局装置、103 は光伝送路、104 は符号化部、105 は多重・フレーム生成部、106 は電光変換部 (OS)、107 は光電変換部 (OR)、1

08はSOH終端・分離部、109は復号部を示す。

【0062】

例えば、 n 多重のTDM伝送装置に於いて、 k チャンネル分CH1～CH k のデータの時分割多重を行う運用形態で、 $(n-k)$ チャンネル分が未使用となっている場合、送信端局装置101の符号化部104は、例えば、 (n, k) ハミング符号に変換する構成とし、 k 個のチャンネルCH1～CH k のデータに対して、 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成し、多重・フレーム生成部105に於いて n チャンネル分CH1～CH n のデータの時分割多重と同様に多重化し、且つフレーム同期パターンを付加し、電光変換部106により光信号に変換して光伝送路103に送出する。

【0063】

受信端局装置102は、光电変換部107により電気信号に変換し、SOH終端・分離部108によりフレーム同期をとり、 n チャンネルCH1～CH n 対応に時分割多重信号を分離して復号部109に入力する。復号部109は、 k ビットのデータと $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとを用いて誤り訂正復号化処理を行い、チャンネルCH1～CH k のデータとして後段の装置へ送出する。この場合、送信側に於いてフレーム同期をとり、又受信側に於いてもフレーム同期をとって分離するから、位相調整部を省略することができる。

【0064】

又誤り訂正符号ビットとして使用できる未使用チャンネル数が、システム拡張によって減少した場合、未使用チャンネル数と使用チャンネル数との対応に従った符号化手段を適用するように変更することも可能である。又未使用チャンネル数が1となり、パリティビットとして使用できる場合、前述のSTM-Nのセクションオーバーヘッドの誤り監視バイトB1、B2を利用して、伝送誤りビット位置を特定して誤り訂正を行う構成とすることも可能である。

【0065】

図10は本発明の第7の実施の形態の説明図であり、111は送信端局装置、112は受信端局装置、113は光伝送装置、114は符号化部、115は識別信号挿入部、116は多重部、117は電光変換部(OS)、118は光电変換

部 (OR)、119 は分離部、120 は識別信号検出部、121 は復号部である。

【0066】

この実施の形態は、図9に示す実施の形態に於いて、使用中のチャンネルCH1～CHkの中の任意のmチャンネル分について、例えば、 $(n+m-k, m)$ ハミング符号化を行う場合を示し、例えば、 $n=9$ 、 $k=6$ 、 $m=4$ とすると、9チャンネルの中の6チャンネル分を使用中とし、3チャンネル分を未使用中とした状態に於いて、使用中のチャンネルの中から4チャンネル分を用いて $(7, 4)$ ハミング符号化することができる。

【0067】

そして、このハミング符号化しない使用中のチャンネル、例えば、チャンネルCH2のデータは、符号化部114と識別信号挿入部115とを点線で示すようにスルー状態とする。又符号化するチャンネルのデータの順序を識別信号挿入部115によって挿入する。この識別信号挿入部115による識別信号は、誤り訂正符号化するチャンネルのフレームの先頭の制御フィールド等を利用して挿入するか、或いはSTM-Nのフレームのパイロードに挿入されるパスオーバーヘッドのJ1バイトを利用することもできる。

【0068】

多重部116は、チャンネルCH1～CHkのデータと、生成した誤り訂正ビットビットとを時分割多重化する。即ち、 $1\sim k$ ビットと、 $(k+1)\sim n$ ビットとが、チャンネル $1\sim n$ として多重化される。そして、時分割多重信号を電光変換部117により光信号に変換して光伝送路113に送出する。

【0069】

受信端局装置112に於いては、光電変換部118により電気信号に変換し、分離部119によりnチャンネル分に時分割多重信号を分離し、識別信号検出部120に入力して、送信端局装置111に於いて付加した識別信号を検出する。識別信号が付加されていないデータについては、例えば、前述のチャンネルCH2のデータについては点線で示すように、復号部121はスルー状態として出力する。識別信号が付加されたデータについては、復号部121に識別信号に従った順

序として入力し、誤り訂正復号化処理を行う。従って、使用中チャネル数が多く、その中の重要なチャネルに対しては、誤り訂正符号化を適用して送信することができる。

【0070】

図11は本発明の第8の実施の形態の説明図であり、131は送信端局装置、132は受信端局装置、133は光伝送路、134は符号化部、135は識別信号挿入部、136は多重部、137は電光変換部（OS）、138は光電変換部（OR）、139は分離部、140は識別信号検出部、141は復号部である。

【0071】

多重部136は n チャネルを時分割多重し、分離部139は n チャネルの時分割多重信号を分離する機能を備えており、この n チャネルの中の任意の m ($< k$) チャネル分について誤り訂正符号化を行う場合に、 $(k-m)$ チャネル分は固定データを符号化部134に入力して誤り訂正符号化を行うものである。例えば、チャネルCH1～CH $(k-m)$ のデータを多重部136に入力し、チャネルCH $(k-m+1)$ ～CH k のデータを符号化部134に入力し、且つチャネルCH1～CH $(k-m)$ に対応する固定データ1'～ $(k-m)'$ を符号化部134に入力する。即ち、符号化部134に、 k チャネル分のデータを入力して、例えば、 (n, k) ハミング符号化を行う。

【0072】

従って、符号化部134からは、固定データ1'～ $(k-m)'$ と、チャネルCH $(k-m+1)$ ～CH k のデータと、誤り訂正ビット $(k-m+1) \sim n$ とが出力される。この中のチャネルCH $(k-m+1)$ ～CH k のデータと、誤り訂正ビット $(k-m+1) \sim n$ とに対して、識別信号挿入部135により識別信号を挿入して多重部136に入力する。この多重部136は、チャネルCH1～CH n の時分割多重を行うことになり、多重化信号は電光変換部137により光信号に変換されて光伝送路133を介して受信端局装置132へ送出される。

【0073】

受信端局装置132に於いては、光電変換部138により電気信号に変換し、分離部139によりチャネルCH1～CH n 対応に分離し、識別信号検出部14

0に入力する。識別信号検出部140は、識別信号を検出し、その識別信号による順序に従って復号部141に入力する。従って、チャンネルCH1～CH(k-m)のデータは、誤り訂正符号化されなかったもので、そのまま送出する。又誤り訂正符号化したチャンネルCH(k-m+1)～CHnのデータは復号部141に入力する。又符号化部134に入力した固定データ1'～(k-m)'と同一のデータを復号部141に入力する。それによって、誤り訂正されたチャンネルCH(k-m+1)～CHkのデータが送出される。

【0074】

この実施の形態によれば、未使用チャンネルを有効に利用して、任意数の任意のチャンネルのデータの高品質伝送を可能とすることができる。又符号化部134は、ハミング符号化のみでなく、他の誤り訂正符号化構成とすることも可能である。又復号部141は、送信端局装置131の符号化部134の構成に対応した復号化処理の構成とすることになる。

【0075】

図12は本発明の第9の実施の形態の説明図であり、151は送信端局装置、152は受信端局装置、153-1～153-nは光伝送路、154はフレーム生成・SOH挿入部、155は符号化部、156は電光変換部(OS)、157は光電変換部(OR)、158はメモリ、159は復号部、160はSOH終端部、161はフレーム番号・先頭検出部である。

【0076】

この実施の形態は、図6に示す実施の形態に類似するものであるが、光信号を多重化することなく、複数の光伝送路153-1～153-nによってチャンネルCH1～CHn対応のデータと誤り訂正ビットとを伝送するものである。その時、フレーム生成・SOH挿入部154に於いて、チャンネルCH1～CHk対応にセクションオーバーヘッドSOHを同一のタイミングに於いて付加し、且つフレーム番号を、セクションオーバーヘッドSOHの空きバイトに挿入する。或いは、パッチャルコンテナのパスオーバーヘッドのJ1バイト等にフレーム番号を挿入する。従って、チャンネルCH1～CHkのデータは、位相が一致した状態で符号化部155に入力される。

【0077】

符号化部 155 は、例えば、 (n, k) ハミング符号化を行うものであり、その場合に、セクションオーバーヘッド SOH のフレーム同期バイトに対しては符号化しないと共に、誤り訂正ビットの各系列に対してもフレーム同期バイトを付加する。即ち、 $1 \sim n$ の系列の総てにフレーム同期バイトが付加されて、電光変換部 156 に入力される。この電光変換部 156 により光信号に変換し、光伝送路 $153-1 \sim 153-n$ を介して受信端局装置 152 に送出する。

【0078】

受信端局装置 152 に於いては、光電変換部 157 により電気信号に変換し、フレーム番号・先頭検出部 161 とメモリ 158 とに加える。フレーム番号・先頭検出部 161 は、光伝送路 $153-1 \sim 153-n$ を伝搬した光信号が、それぞれの長さの相違や特性の相違等によって光電変換部 157 に入力される位相が相違した場合でも、フレーム番号が一致し、且つそのフレームの先頭を検出することにより、メモリ 158 から読出すタイミングを制御して、復号部 159 に入力する n ビットについての位相を一致させることにより、送信側の誤り訂正符号化に従った誤り訂正復号処理を行うことができる。そして、SOH 終端部 160 によりセクションオーバーヘッド SOH の終端を行い、チャネル CH1 ~ CHk のデータを図示を省略した後段の装置へ送出する。

【0079】

本発明は、前述の各実施の形態にのみ限定されるものではなく、種々付加変更することができるものであり、例えば、誤り訂正符号、巡回符号、BCH (Bose Chaudhuri-Hocquenghem) 符号、ファイヤ (Fire) 符号等を適用することも可能である。又各実施の形態に於ける符号化部と復号部又はパリティ生成部とパリティ検出部とを、光論理回路等を用いて光信号のままで誤り訂正符号化やパリティ生成を行うと共に、誤り訂正復号化やパリティチェックを行う構成とすることも可能である。その場合、光信号の強度変調によるものであるから、異なる波長の光信号についての論理処理も可能となり、誤り訂正ビット又はパリティビットについて波長変換を施せば良いことになる。

【0080】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、送信側の光伝送装置、即ち、送信端局装置に於いて、 k 個のチャネル $CH1 \sim CHk$ のデータに対して、 $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加し、 n 個のデータとしてそれぞれ異なる波長の光信号に変換し、この光信号を多重化して伝送し、受信側の光伝送装置、即ち、受信端局装置に於いて、波長分離し、 k 個のデータを $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号処理を行うものであり、主信号としての k 個の伝送データについては伝送速度を上昇させることなく、又 SDH に適用した場合に、セクションオーバーヘッド SOH の未使用バイトを利用することなく、高品質伝送を可能とすることができる利点がある。

【0081】

又本発明は、送信側の光伝送装置に於いて、それぞれセクションオーバーヘッド SOH を付加した k 個のチャネル $CH1 \sim CHk$ のデータに対して、パリティビットを付加し、それぞれ異なる波長の光信号に変換し、この光信号を多重化して伝送し、受信側の光伝送装置に於いて、波長分離し、同一タイミングの受信データのパリティチェックと、セクションオーバーヘッドの誤り監視バイト $B1$ 、 $B2$ を用いたチャネル $CH1 \sim CHk$ 対応の 1 フレームについてパリティチェックとにより、誤りビット位置を特定して、誤り訂正を行うものであり、SDH に於けるセクションオーバーヘッド SOH の誤り監視バイト $B1$ 、 $B2$ の利用と、僅かなパリティビットの付加とにより、誤り訂正を行って高品質伝送を経済的に可能とすることができる利点がある。

【0082】

又本発明は、例えば、時分割多重伝送にも適用できるものであり、1 チャネルに相当する伝送データの場合は、送信側の光伝送装置に於いて、 k ビット毎に $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成し、伝送データと誤り訂正ビットとを別個の波長に変換して波長多重化して伝送し、受信側の光伝送装置に於いて、波長分離して、 k ビットの伝送データに対して $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正を行うものであり、主信号としての伝送データの伝送速度を変更することなく、誤り訂正ビットを伝送し、受信側に於いて誤り訂正が可能となるから、高

品質伝送を行うことができる。

【0083】

又本発明は、 n 個のチャネル $CH1 \sim CHn$ のデータを時分割多重化して伝送する場合に、未使用のチャネルを利用して誤り訂正ビットを伝送するものであり、その場合に、誤り訂正符号化するチャネル数を任意に選定することも可能となる。従って、未使用のチャネル数が少ない場合でも、重要なチャネルのデータに対しては、誤り訂正符号化することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態の説明図である。

【図2】

符号化部の説明図である。

【図3】

復号部の説明図である。

【図4】

本発明の第2の実施の形態の説明図である。

【図5】

STM-1フレームの説明図である。

【図6】

本発明の第3の実施の形態の説明図である。

【図7】

本発明の第4の実施の形態の説明図である。

【図8】

本発明の第5の実施の形態の説明図である。

【図9】

本発明の第6の実施の形態の説明図である。

【図10】

本発明の第7の実施の形態の説明図である。

【図11】

本発明の第 8 の実施の形態の説明図である。

【図 12】

本発明の第 9 の実施の形態の説明図である。

【図 13】

従来例の波長多重伝送システムの説明図である。

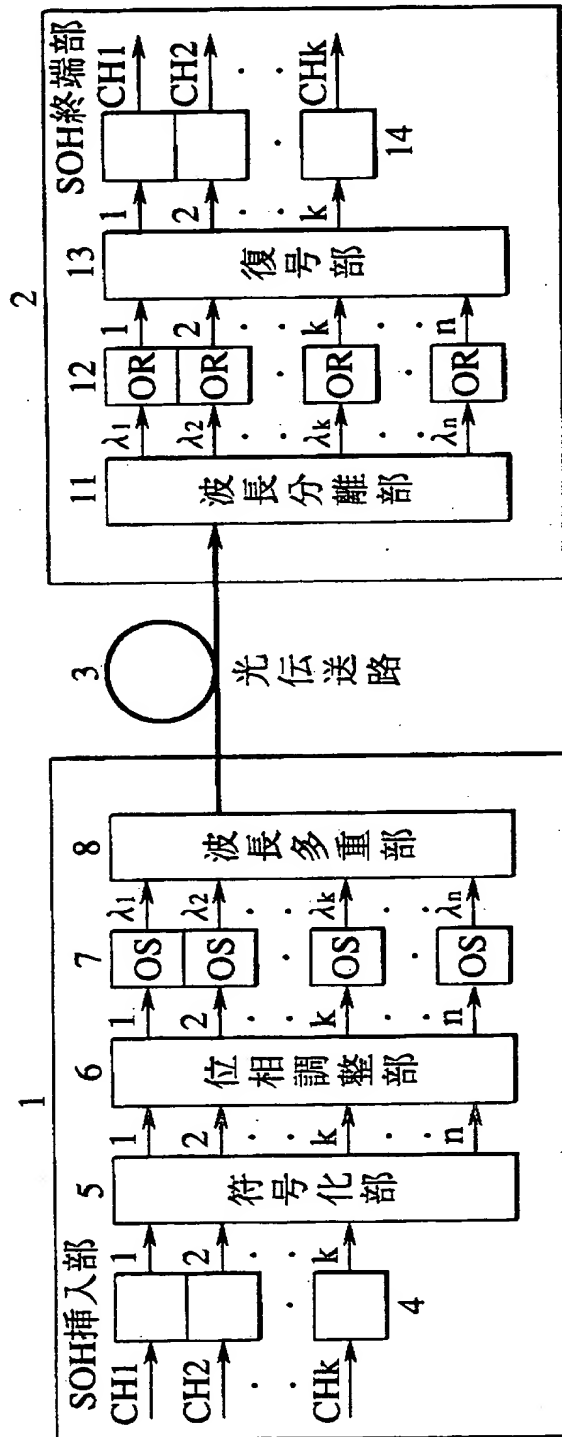
【符号の説明】

- 1 送信側の光伝送装置（送信端局装置）
- 2 受信側の光伝送装置（受信端局装置）
- 3 光伝送路
- 4 S O H 挿入部
- 5 符号化部
- 6 位相調整部
- 7 電光変換部（O S）
- 8 波長多重部
- 1 1 波長分離部
- 1 2 光電変換部（O R）
- 1 3 復号部
- 1 4 S O H 終端部

【書類名】 図面

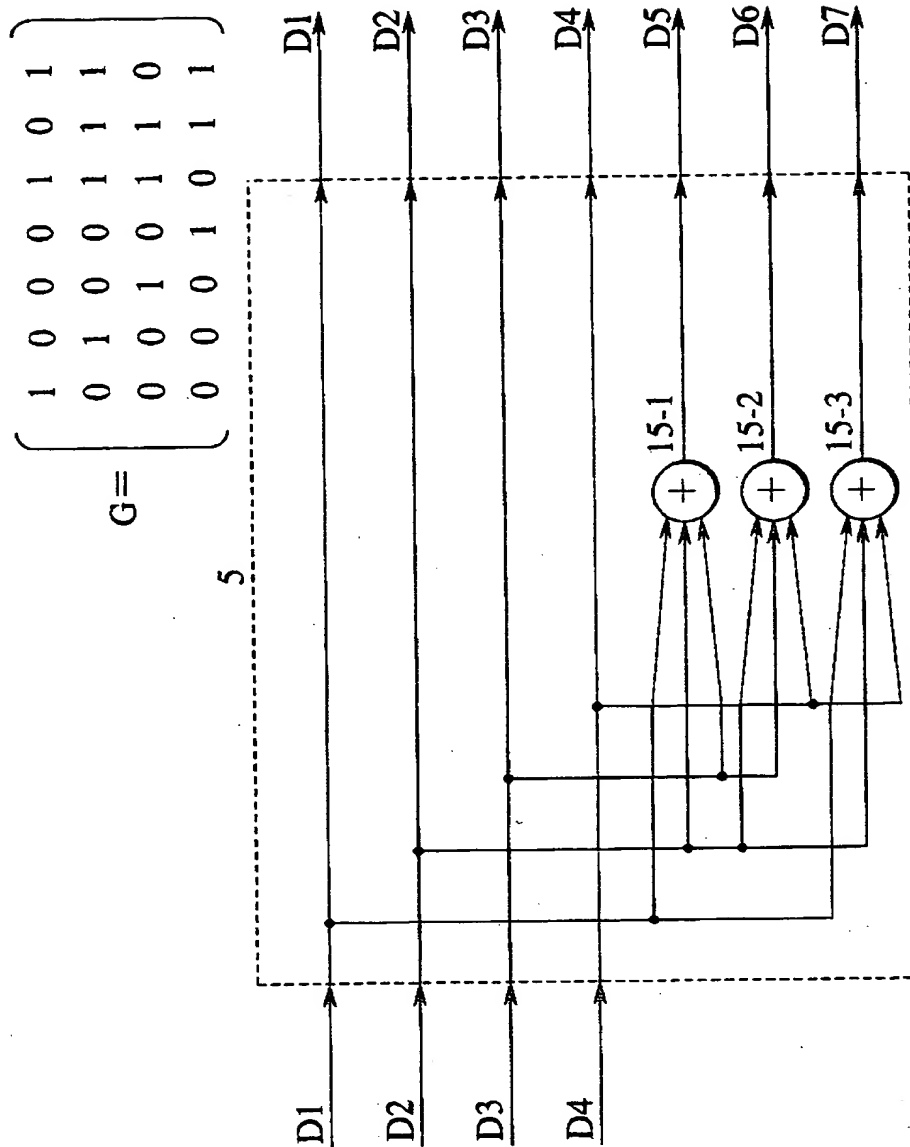
【図 1】

本発明の第1の実施の形態の説明図



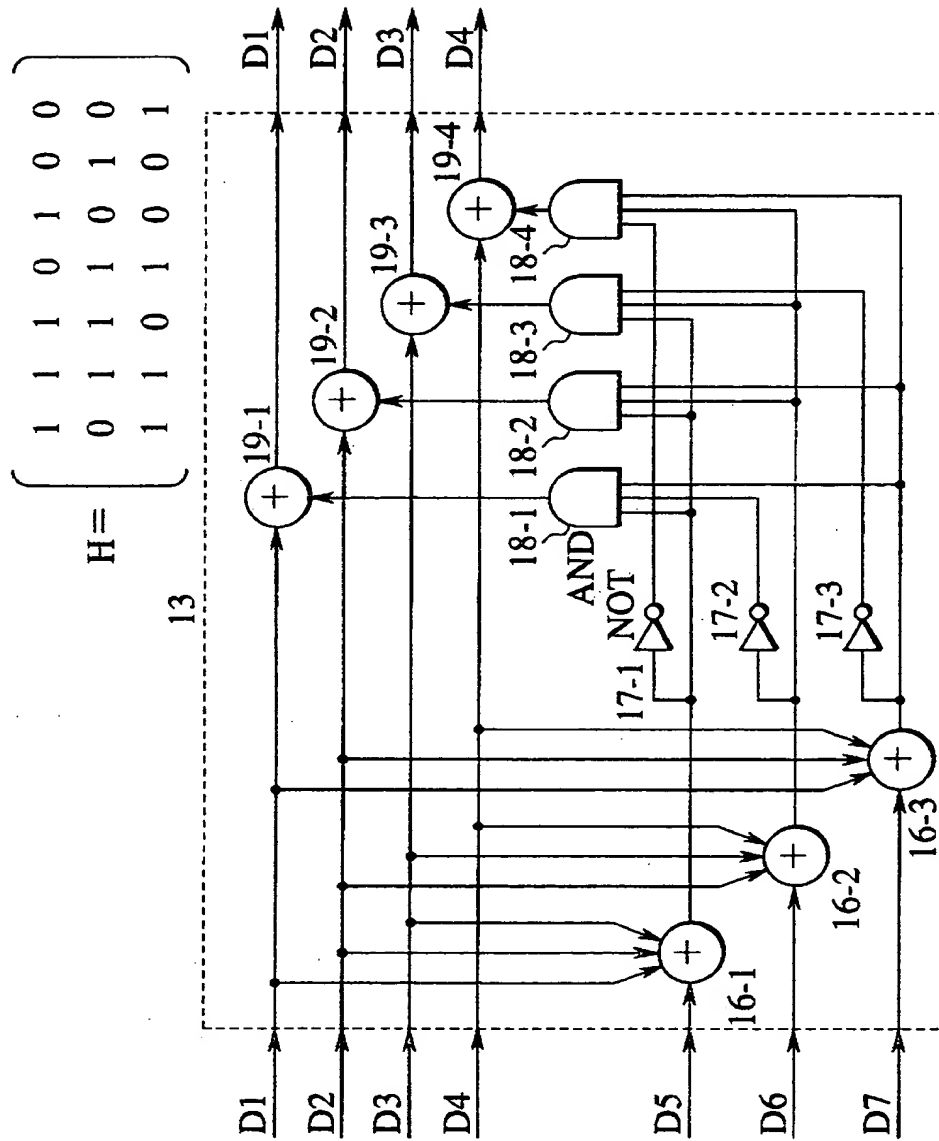
【図 2】

符号化部の説明図



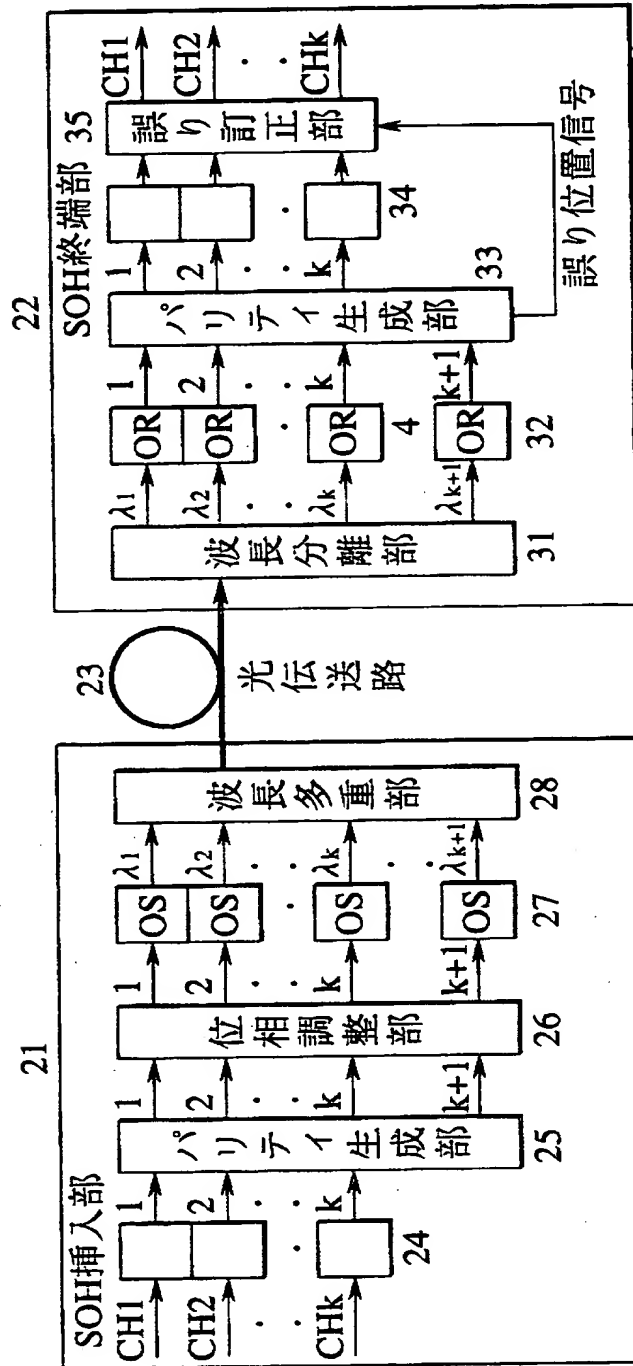
【図 3】

復号部の説明図



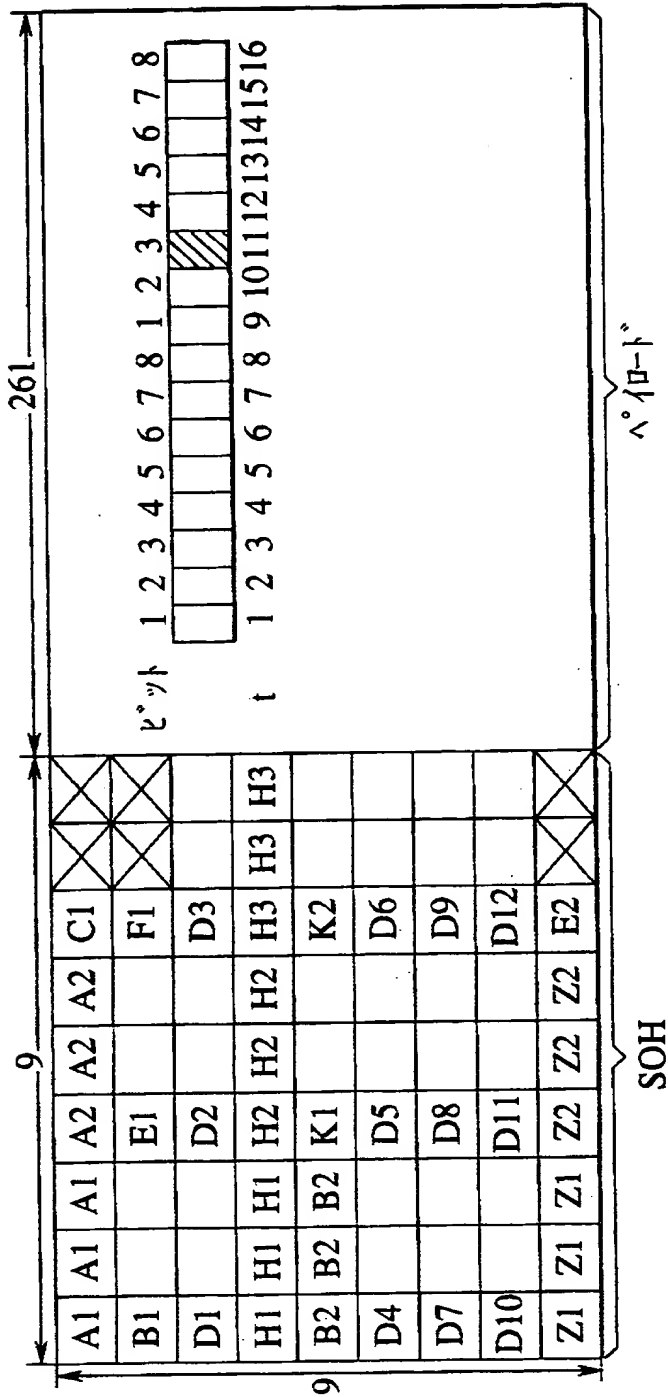
【図4】

本発明の第2の実施の形態の説明図



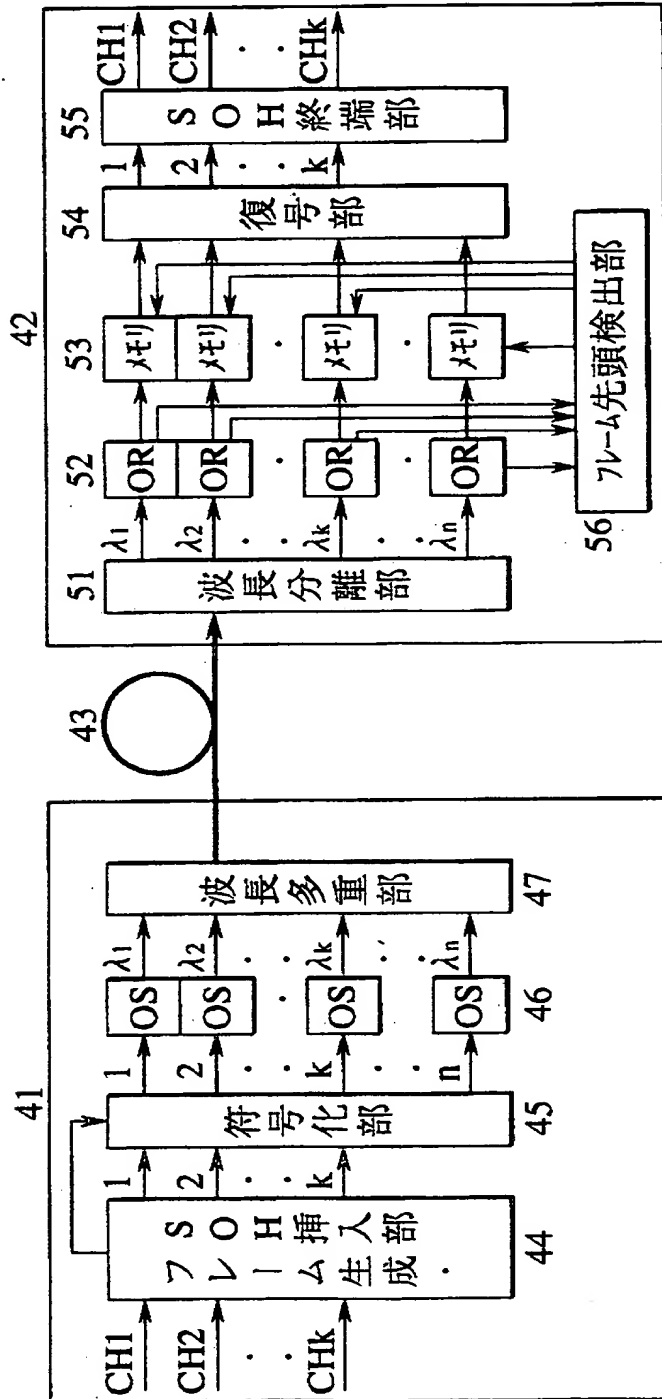
【図 5】

STM-1フレームの説明図



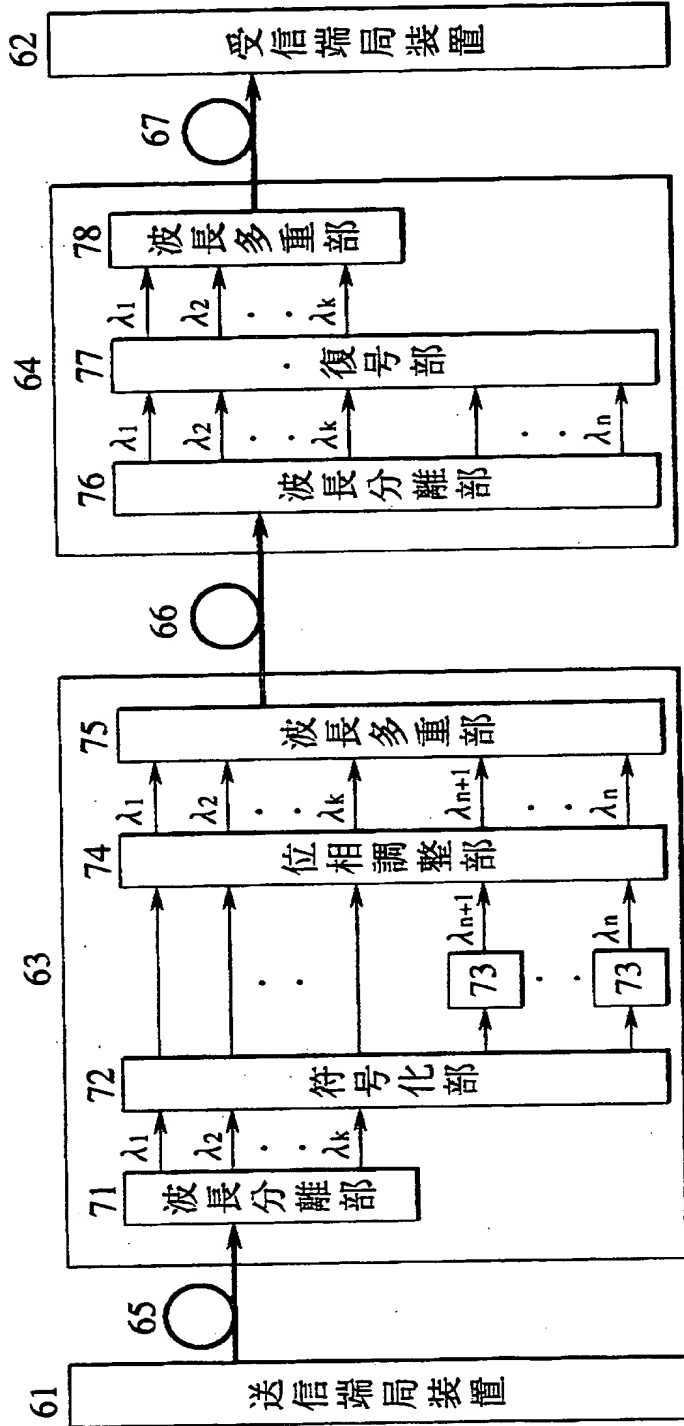
【図6】

本発明の第3の実施の形態の説明図



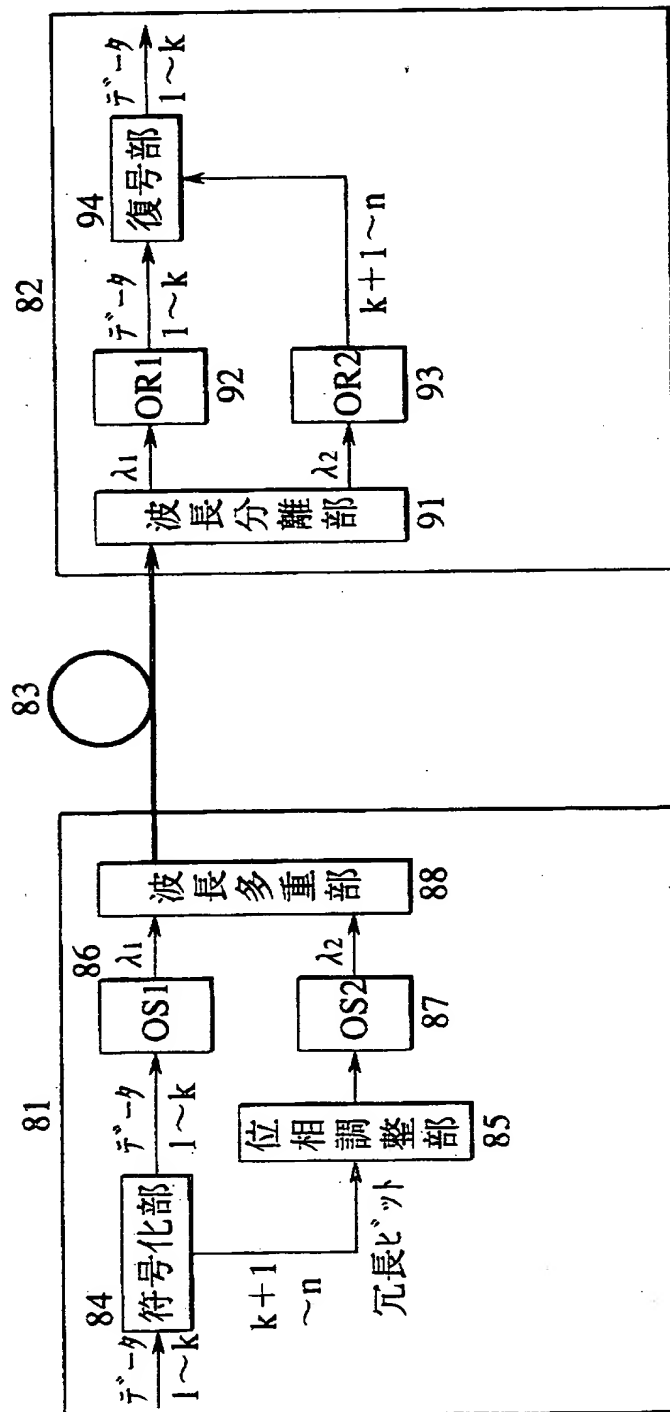
【図 7】

本発明の第4の実施の形態の説明図



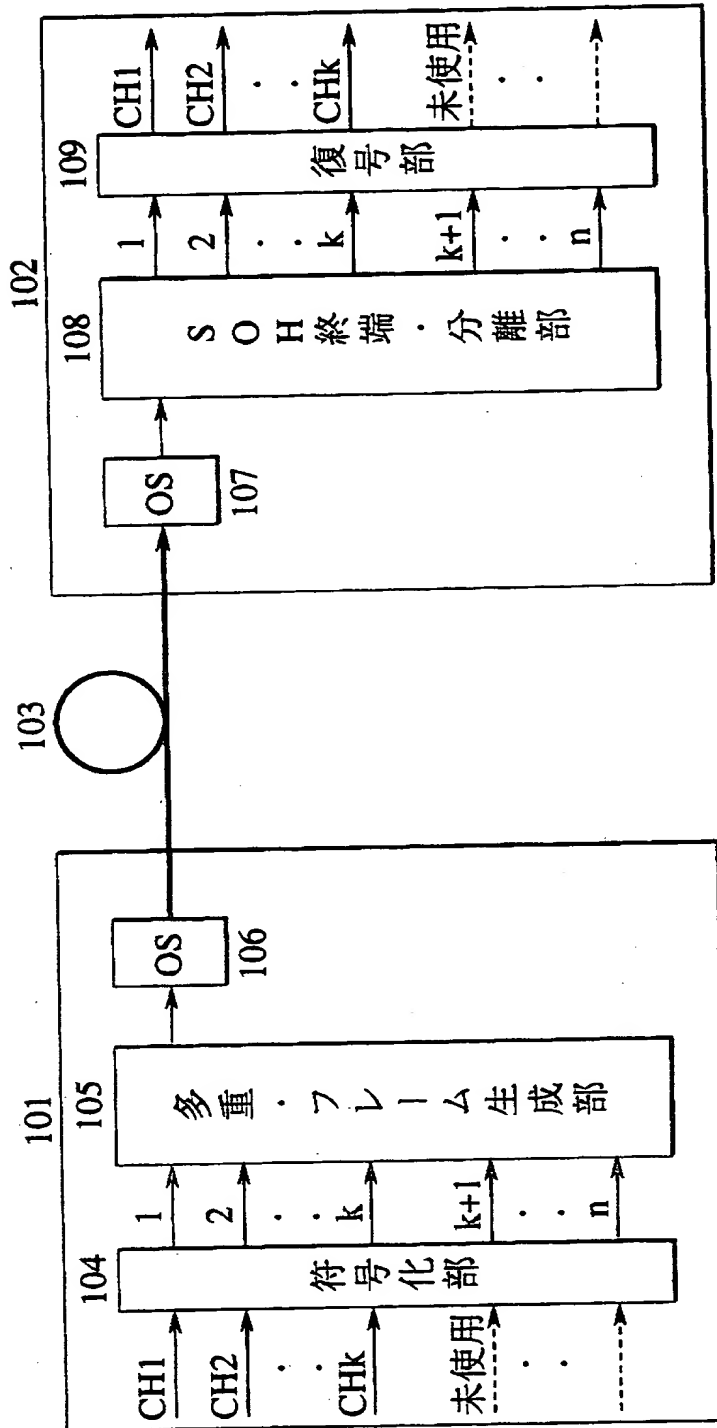
【図 8】

本発明の第5の実施の形態の説明図



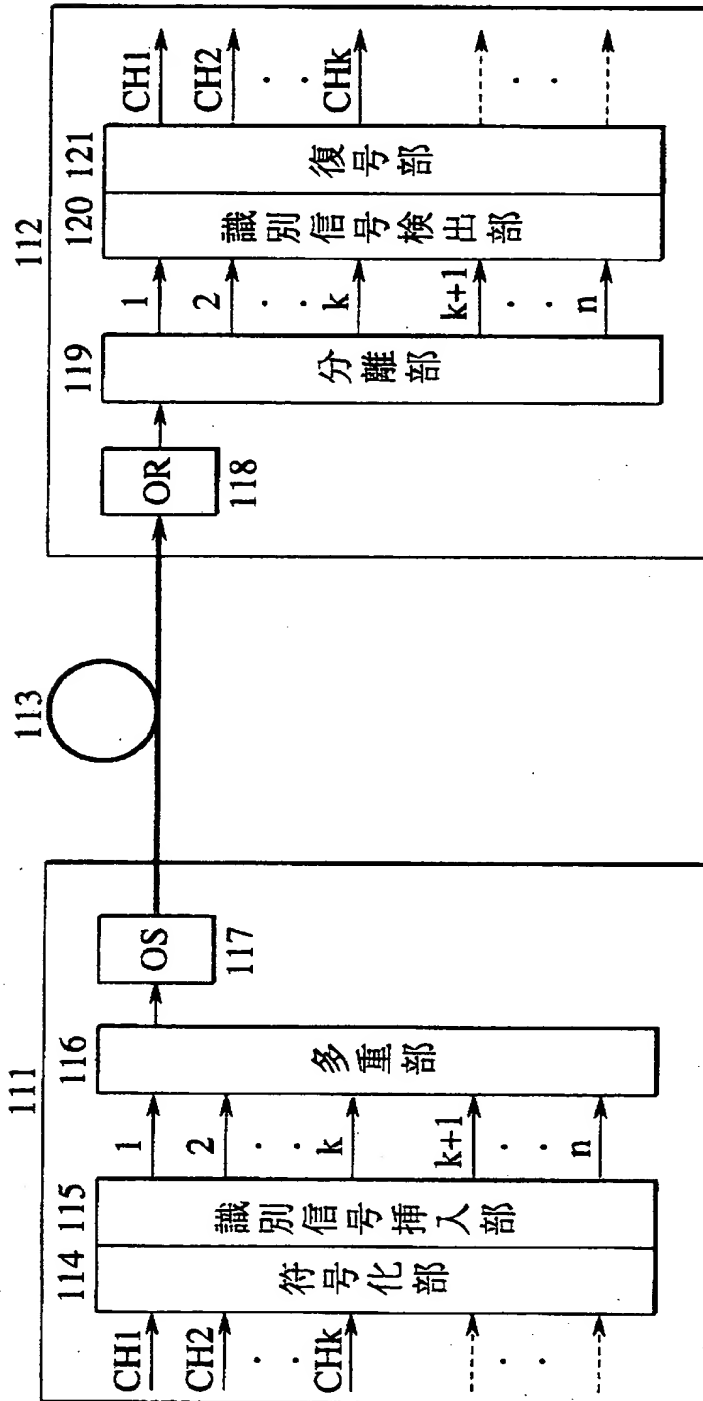
【図 9】

本発明の第6の実施の形態の説明図



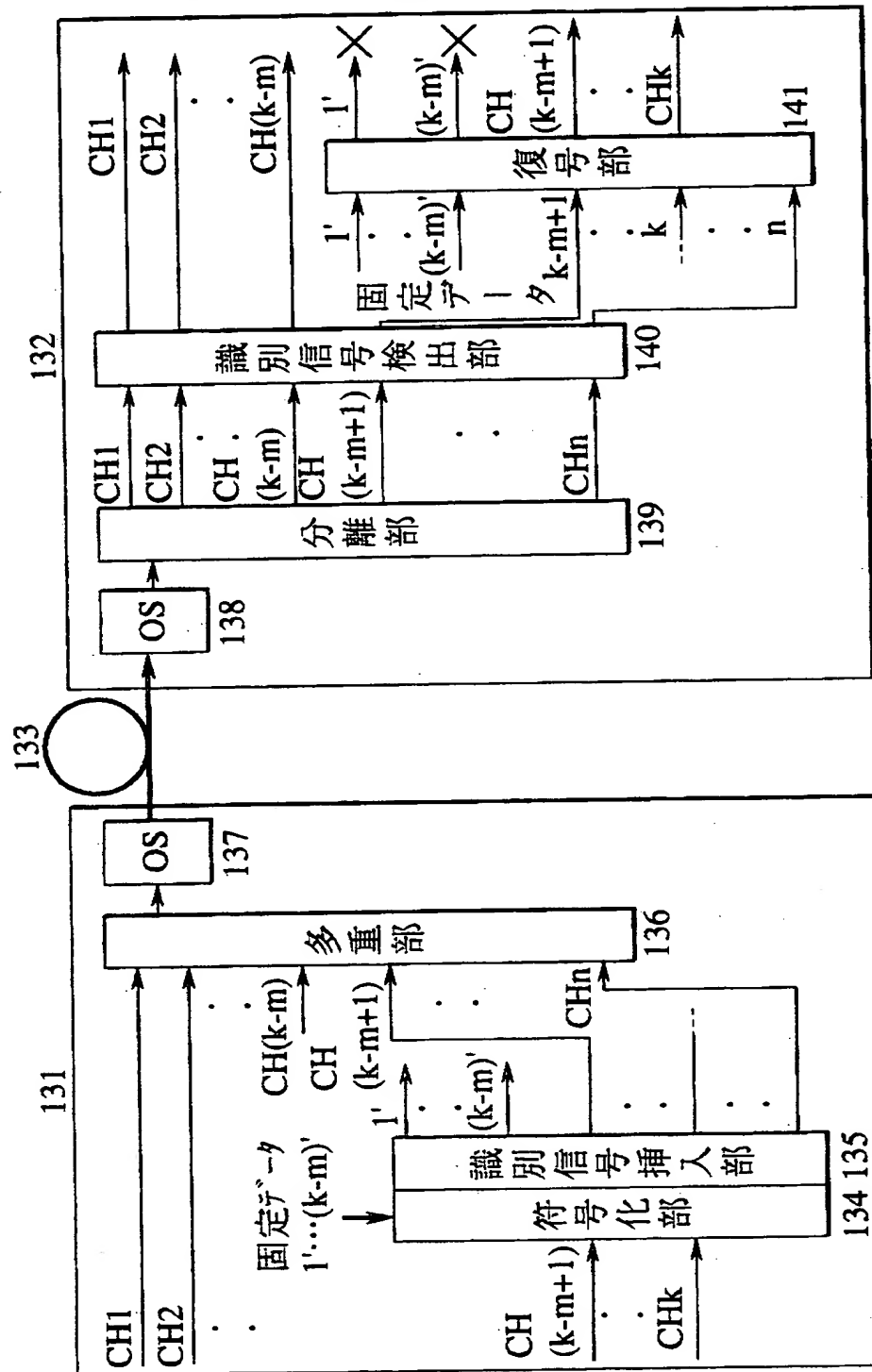
【図 10】

本発明の第7の実施の形態の説明図



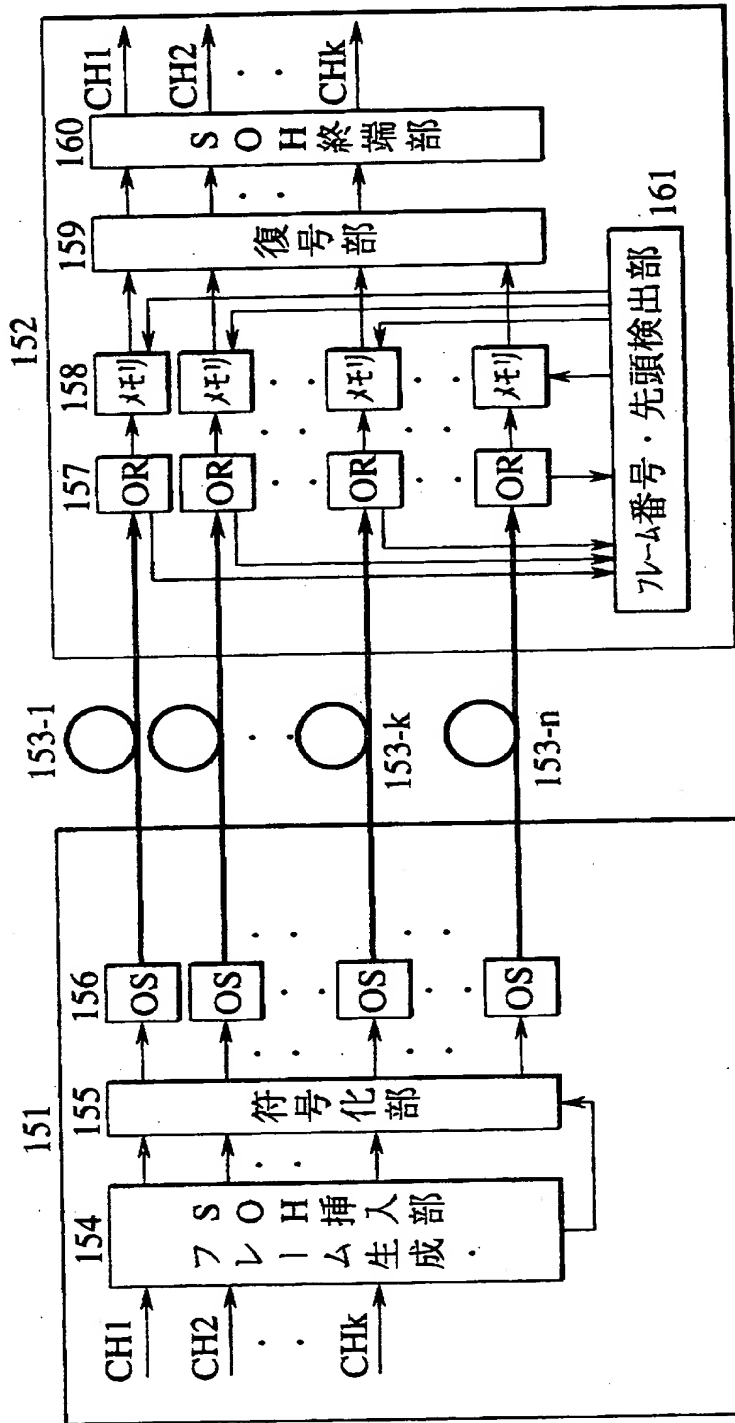
【図 11】

本発明の第8の実施の形態の説明図



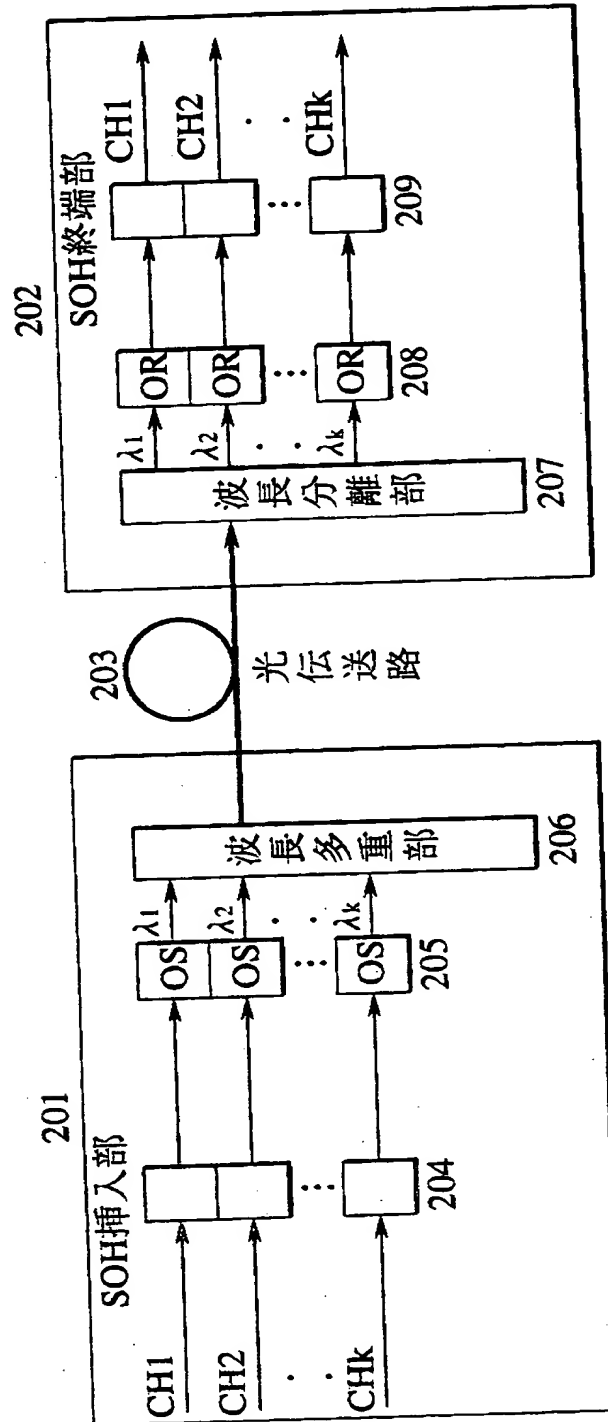
【図 12】

本発明の第9の実施の形態の説明図



【図 13】

従来例の波長多重伝送システムの説明図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光伝送システム及び光伝送装置に関し、比較的簡単な構成により高品質伝送を行わせる。

【解決手段】 送信側の光伝送装置 1 は、 k 個のチャネル $CH1 \sim CHk$ のデータを符号化部 5 により $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを生成して付加し、 k 個のデータと $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットとの合計 n 個のデータの位相を揃えて電光変換部 7 によりそれぞれ異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に変換し、波長多重部 8 により多重化し、波長多重信号を光伝送路 3 に送出する。受信側の光伝送装置 2 は、波長分離部 11 により波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に分離し、光電変換部 12 により電気信号に変換し、復号部 13 により k 個のチャネル $CH1 \sim CHk$ 対応のデータを $(n-k)$ 個の誤り訂正ビットを用いて誤り訂正復号して出力する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社